

	Manual de prácticas de hidrología	Código	MADO-27
		Versión	04
		Página	1/6
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	11 de agosto de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

TRÁNSITO DE AVENIDAS EN VASOS

Práctica 4

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
M.I. Alexis López Montes, Ing. Víctor M. Palma Valderrama, M.I. Luis E. Lin Quintana	M.I. Alejandro Maya Franco	Ing. Jesús Gallegos Silva	11 de agosto de 2023

	Manual de prácticas de hidrología	Código	MADO-27
		Versión	04
		Página	2/6
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	11 de agosto de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1	Rejillas en el piso	Posible caída
2	Válvulas y placa en el piso	Posible caída

2. Objetivos de aprendizaje

I. Objetivos generales:

Obtener el hidrograma de salida por la obra de excedencias, de la estructura de vaso regulador, mediante el tránsito de avenidas en vasos.

II. Objetivos específicos:

Generar una avenida en la entrada de un vaso de almacenamiento, y transitarla a través de su obra de excedencias, para determinar el hidrograma de salida, así como el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME).

3. Introducción o antecedentes

- Características de un vaso de almacenamiento
- Tránsito de avenidas en vasos
- Ecuación diferencial de continuidad en un vaso
- Curva elevaciones-capacidades de un vaso
- Ecuación de descarga del vertedor de excedencia
- Métodos numéricos de solución para ecuaciones diferenciales de primer orden. Método de Heun.

4. Material y equipo

- Cronómetro
- Papel milimétrico o masking tape
- 2 Reglas
- Estructura de vaso regulador

	Manual de prácticas de hidrología	Código	MADO-27
		Versión	04
		Página	3/6
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	11 de agosto de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

5. Desarrollo

Actividad 1

En la estructura de vaso regulador con vertedor de excedencia:

1. Verificar que el nivel del agua en los vertedores triangular y rectangular coincidan con la cresta.
2. Colocar una tira de papel milimétrico en los vertedores y marcar su nivel de cresta.

Generación y medición de la avenida de entrada al vaso.

3. Realizar simultáneamente los incisos a y b de forma gradual.
 - a) Abrir la válvula que alimenta al vertedor triangular durante 100 segundos. A continuación, cerrar completamente la válvula.
 - b) Marcar en el papel milimétrico o *masking tape*, a cada 10 segundos, el nivel del agua en ambos vertedores durante 200 segundos.
 - c) Medir las cargas de entrada h_e , y de salida h_s , en m, que corresponden al vertedor triangular y rectangular respectivamente y registrarlas en la Tabla 1.

Tabla 1. Registro de cargas en los vertedores

t [s]	h_e [m]	h_s [m]	t [s]	h_e [m]	h_s [m]
0			110		
10			120		
20			130		
30			140		
40			150		
50			160		
60			170		
70			180		
80			190		
90			200		
100					

	Manual de prácticas de hidrología	Código	MADO-27
		Versión	04
		Página	4/6
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	11 de agosto de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

6. Obtención del hidrograma de salida por la obra de excedencias, de la estructura de laboratorio, mediante el tránsito de avenidas en vasos.

1. Calcular los gastos I del hidrograma de entrada al vaso, en m^3/s .

$$I = C_t h_e^{5/2}$$

donde:

C_t coeficiente de descarga del vertedor triangular, $0.707 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$

2. Transitar la avenida obtenida del punto 1 con el método de *Heun*, mediante el tránsito de avenidas en vasos.

Ecuaciones para el tránsito de avenidas con el método de Heun

$$\tilde{h}_{i+1} = h_i + \Delta t \left\{ \frac{I_i - O(h_i)}{k n h_i^{n-1}} \right\} \quad \text{ecuación 1}$$

$$O(h) = C_R L (h - h_{NAMO})^{3/2} \quad \text{ecuación 2}$$

$$h_{i+1} = h_i + \frac{\Delta t}{2} \left\{ \frac{I_i - O(h_i)}{k n h_i^{n-1}} + \frac{I_{i+1} - O(\tilde{h}_{i+1})}{k n \tilde{h}_{i+1}^{n-1}} \right\} \quad \text{ecuación 3}$$

$$V(h) = k h^n \quad \text{ecuación 4}$$

donde:

h elevación del nivel del agua en el vaso, en m

I gasto de entrada al vaso, en m^3/s

$O(h)$ gasto de salida por el vertedor de excedencias, en función de la elevación, en m^3/s

k, n constantes de ajuste de la curva elevaciones-capacidades (ec.4) del vaso de almacenamiento, $k=1.61106$; $n=1.182872$

Δt intervalo de tiempo, 10 s

C_R Coeficiente de descarga del vertedor rectangular, $1.798 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$

L Longitud de cresta del vertedor, 0.10 m

$V(h)$ Volumen almacenado en el vaso, en función de la elevación h , en m^3

	Manual de prácticas de hidrología	Código	MADO-27
		Versión	04
		Página	5/6
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	11 de agosto de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Se sugiere el siguiente procedimiento:

Condiciones iniciales:

Gastos de entrada I_i, I_{i+1}

Elevación inicial $h_{NAMO} = 0.72$ m

Gasto de salida inicial $O(h_0) = O(h_{NAMO}) = 0$ m³/s

Para el instante $i = 0$, se conocen $I_0, I_1, h_0, O(h_0)=0$ y se calcula:

$V(h_i) = V(h_0)$	con la ecuación 4
$\tilde{h}_{i+1} = \tilde{h}_1$	con la ecuación 1
$O(\tilde{h}_{i+1}) = O(\tilde{h}_1)$	con la ecuación 2
$h_{i+1} = h_1$	con la ecuación 3
$O(h_{i+1}) = O(h_1)$	con la ecuación 2 y pasar al siguiente instante

Para el instante $i = 1$, con I_1, I_2, h_1 y $O(h_1)$ calculadas en el instante anterior, calcular:

$V(h_i) = V(h_1)$	con la ecuación 4 y pasar al siguiente instante
$\tilde{h}_{i+1} = \tilde{h}_2$	con la ecuación 1
$O(\tilde{h}_{i+1}) = O(\tilde{h}_2)$	con la ecuación 2
$h_{i+1} = h_2$	con la ecuación 3
$O(h_{i+1}) = O(h_2)$	con la ecuación 2 y pasar al siguiente instante

Continuar sucesivamente hasta $i=19$. Este procedimiento no es iterativo.

- Obtener los gastos O del hidrograma de salida medido, en m³/s, con las cargas h_s de la tabla 1.

$$O = C_R L h_s^{3/2}$$

donde:

L longitud de cresta del vertedor, 0.10 m.

C_R coeficiente de descarga del vertedor rectangular, 1.798 m^{1/2}/s

	Manual de prácticas de hidrología	Código	MADO-27
		Versión	04
		Página	6/6
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	11 de agosto de 2023
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de hidráulica	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

4. Dibujar un plano que contenga:

- Hidrograma de entrada medido en color azul
- Hidrograma de salida calculado en color rojo
- Hidrograma de salida medido en color verde

5. Determinar la elevación del NAME medido y el calculado.

6. Obtener el volumen de superalmacenamiento V_{SA} con lo calculado en el punto 2.

$$V_{SA} = V(h_{NAME}) - V(h_0)$$

donde:

$V(h_{NAME})$ volumen en el instante de tiempo donde se presenta el NAME calculado, en m^3

$V(h_0)$ volumen en el instante de tiempo donde se presenta el NAMO, en m^3

7. Conclusiones

8. Referencias bibliográficas

- APARICIO M. F. J. *Hidrología de superficie*. Editorial Limusa, México. (1997)
- VEN TE CHOW, DAVID R. MAIDMENT, LARRY W. MAYS *Hidrología aplicada*, Editorial Mc Graw Hill. (1994).
- MARTÍNEZ S. I. M. *Introducción a la hidrología superficial*, Universidad Autónoma de Aguascalientes. (2000).